



PRAKTIJKONDERZOEK
VEEHOUDERIJ



IMAG

Mestverwerking varkenshouderij

Mestscheiding en microfiltratie, Dirven te Someren

W. Melse (Praktijkonderzoek Veehouderij/IMAG)
A.J. Starmans (IMAG)
Verdoes (Praktijkonderzoek Veehouderij)

VARKENS



APRIL 2002

WAGENINGEN 

Colofon

PraktijkBoek nr. 7

Uitgever/bestellen:

Praktijkonderzoek Veehouderij
Postbus 2176
8203 AD Lelystad
Tel: 0320 - 293211
Fax: 0320- 241584
E-mail: info@pv.agro.nl
Internet: <http://www.pv.wageningen-ur.nl>

Redactie:

Afdeling Kennisexploitatie en Marketing

Fotografie:

Afdeling Voorlichting PV

Drukker:

Drukkerij Cabri bv
Lelystad

Eerste druk 2002/oplage 75

De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor gevolgen bij gebruik van in deze brochure vermelde gegevens.

Inhoud

Voorwoord	1
Samenvatting	2
1 Inleiding	3
2 Beschrijving systeem Dirven ..	7
3 Onderzoek: materiaal en methoden	9
3.1 Monsternamen en analyse	9
3.2 Debietmeting	9
3.3 Gasvormige emissies	10
3.4 Energieverbruik	12
3.5 Economische evaluatie	12
4 Onderzoek: resultaten en discussies	13
4.1 Capaciteit systeem	13
4.2 Samenstelling stromen	13
4.3 Massabalans	14
4.4 Gasvormige emissies	15
4.5 Energieverbruik	18
5 Economische evaluatie	19
6 Conclusies	21
7 Systeem Dirven in bredere perspectief	22
Literatuur	24
Bijlagen	26
Overige publicaties over mestverwerking	28

Voorwoord

In opdracht van het Productschap voor Vee, Vlees en Eieren is door het Praktijkonderzoek Veehouderij een onderzoeksprogramma uitgevoerd met de titel 'Toepassingsmogelijkheden mestverwerking op varkenshouderijbedrijven'. Het doel hiervan is het bevorderen van kansrijke technologieën voor de verwerking van varkensmest. Eind 1999/begin 2000 is een inventarisatie gemaakt van alle initiatieven in Nederland op het gebied van varkensmestverwerking. De initiatieven werden globaal getoetst op technische betrouwbaarheid, economische haalbaarheid, verwachte afzetmarkt voor producten, innovativiteit, mate van mineralenhergebruik, ontwikkelingsstadium en verwachte emissies naar lucht, water en bodem. Er werden tien mestverwerkingsystemen geselecteerd voor het onderzoekprogramma. De resultaten van het onderzoek bestaan voor elk systeem uit een objectief overzicht van de werking van de technologie, samenstelling van de producten, optredende emissies, investeringskosten en operationele kosten.

Het onderzoekprogramma is begeleid door een programmateam met de volgende samenstelling:

Ir. J. Doornbos (tot juli 2000) (BMA)
W. van Gemert (NVV)

Ir. P.J.W. ten Have (BMA)
M. Jonkheid (PV, secretaresse)
Dr.ir. C.E. van 't Klooster (tot december 2000) (IMAG)
Ir. R.W. Melse (tot 1-1-2002 PV, daarna IMAG)
G. Oosterlaken (LTO)
Dr.ir. S.J. Oosting
(december 2000 – juli 2001) (IMAG)
E. Ordeman (NAJK)
Dr.ir. D.A.J. Starmans
(na juli 2001) (IMAG)
Ir. N. Verdoes (PV, voorzitter)
Ir. M.C. Vonk (PVV)

Een van de onderzochte systemen is het systeem voor mestscheiding en microfiltratie opgesteld op het varkenshouderijbedrijf Dirven te Someren. Voor u liggen de resultaten van dat onderzoek. We danken de familie Dirven voor de medewerking aan het onderzoek.

Tot slot spreek ik de hoop uit dat varkenshouders door dit onderzoek meer helderheid krijgen over de toepassingsmogelijkheden van verschillende mestverwerkingstechnieken, waardoor de onzekerheid over de (meestal grote) investeringen verkleind wordt.

Ir. N. Verdoes
Projectmanager Milieu
Praktijkonderzoek Veehouderij

Samenvatting

In het Dirven systeem wordt varkens-drijfmest door een mechanisch schei-dings- en microfiltratieproces gescheiden in drie producten:

- Vaste fractie (15%):
hoog gehalte stikstof en fosfaat
- Concentraat (13%):
hoog gehalte stikstof; gemiddeld gehalte fosfaat
- Permeaat (72%):
laag gehalte fosfaat

Het systeem heeft een verwerkings-capaciteit van 3.600 ton drijfmest per jaar en wordt bedreven in batches van 2 weken.

De dikke fractie kan toegepast wor-den als meststof om tegelijkertijd het organische stofgehalte van de bodem aan te vullen. Het concen-traat en permeaat kunnen aange-wend worden in plaats van drijfmest wanneer een hogere stikstofgift respectievelijk lage fosfaatgift is gewenst. Mogelijk kan het permeaat toegepast worden als vervanging van kunstmeststoffen in de glastuinbouw, de vollegrondsgroenteteelt of de melkveehouderij. Het relatief hoge

ammoniumgehalte van het permeaat zal afzet in de tuinbouw echter bemoeilijken. De samenstelling van het permeaat is zeer vergelijkbaar met dunne fracties verkregen uit een mechanische scheider (centrifuge of zeefbandpers) in combinatie met gebruik van een vlokmiddel. Een der-gelijk systeem is echter aanzienlijk goedkoper omdat er geen microfiltra-tiesysteem nodig is.

De emissie van ammoniak uit het Dirven systeem bedraagt 1,1% van de veronderstelde ammoniakemissie van het gehele varkensbedrijf. De emissie van geur uit het Dirven systeem bedraagt 8% van de ver-onderstelde geuremissie van het gehele varkensbedrijf.

De kosten van het mestverwerkings-proces bedragen € 12,- per ton ingaande drijfmest (exclusief afzet van producten). Afhankelijk van de ontwikkeling van de afzetmarkt voor de producten moet men rekening houden met een opbrengst van € 3,60 per ton behandelde drijfmest tot een extra kostenpost van € 18,- per ton behandelde drijfmest.

1 Inleiding

In 1998 is het Mineralen Aangifte Systeem (MINAS) (Anoniem, 1998) van kracht geworden. Dit systeem heeft als doel de mineralenaanvoer en -afvoer per bedrijf met elkaar in evenwicht te brengen. Wanneer het verschil tussen aan- en afvoer groter is dan een vastgestelde verliesnorm moet men een heffing betalen. Daarnaast is Europese wetgeving in ontwikkeling (Nitraat-richtlijn) die vastlegt welke hoeveelheid stikstof uit dierlijke mest maximaal mag aangevend worden per hectare bouw- of grasland.

Door de geschetste wet- en regelgeving zijn de mogelijkheden voor mestafzet verminderd en de kosten toegenomen. Tevens wordt steeds vaker de wens geuit om een duurzame landbouw te ontwikkelen waarin hergebruik van mineralen een belangrijke plaats inneemt.

Mestbewerking of -verwerking is een manier om hergebruik van mineralen te stimuleren en vormt een mogelijke oplossing voor het mineralenoverschot. Het doel van mestverwerking is om producten te maken die een kleiner volume innemen en een hogere waarde vertegenwoordigen dan de mest zelf. Dit proces moet tegen acceptabele kosten uitgevoerd worden.

Onderzoekskader

In opdracht van het Productschap

voor Vee, Vlees en Eieren (PVV) werd in 2000 door het Praktijkonderzoek Veehouderij (PV) een onderzoeksprogramma gestart met als titel 'Toepassingsmogelijkheden mestbewerking op varkenshouderijbedrijven'. Er werd een inventarisatie gemaakt van alle initiatieven in Nederland op het gebied van verwerking van varkensmest. Op deze manier werd informatie verzameld van circa 80 projecten op dit gebied. De verschillende technieken en ideeën voor mestbewerking in deze projecten werden vervolgens getoetst aan de hand van een aantal criteria. De belangrijkste toetsingscriteria waren:

- Technische betrouwbaarheid;
- Economische haalbaarheid;
- Verwachte afzetmarkt voor producten;
- Innovativiteit;
- Marktintroductie dient binnen 2 jaar te geschieden.

Verder dienen de systemen vervuiling van bodem en water, emissie van geur, ammoniak en broeikasgassen te voorkomen. Het hergebruik van mineralen dient door de systemen te worden gestimuleerd waardoor het mineralenoverschot kan worden teruggebracht.

Op grond van deze toetsing werden 10 mestverwerkingssystemen geselecteerd die als kansrijk konden wor-

Tabel 1: Overzicht geselecteerde verwerkingssystemen voor varkensmest.

Naam	Techniek	Producten	Capaciteit (m ³ /jaar)	Opmerking
<i>Mechanisch / Chemisch:</i>				
1 De Swart	Strobedfilter, verdamping met zonlicht, luchtzuivering	Vloeibare fractie, N-rijk condens, vaste fractie	1.600 *	Eenvoudige technieken
2 Dirven	Vijzelpers, centrifuge, microfiltratie	Vloeibare fractie, concentraat, vaste fractie	3.600 *	
3 Agramaat	Flotatie, kamerfilterpers, microfiltratie, omgekeerde osmose	Vaste fractie, Concentraat, Filtraat (water)	8.000 **	Mobiel
4 Mest-op-maat	Toevoegen mineralen, menging van verschillende mestsoorten	Vloeibare meststof met constante kwaliteit	25.000 **	Regionaal
5 Mestec	Zeef, flotatie, ultrafiltratie, omgekeerde osmose	Schoon water, Concentraat, Vaste fractie	50.000 **	Mobiel
<i>Biologisch:</i>				
6 Biovink	Beluchting, toevoeging kalk en melasse	Slib, vloeibare fractie	3.000 *	Omzetting naar N ₂
7 OrgAgro	Toevoeging bacteriën, mengen, zeefbocht	Vloeibare meststof voor kaskweek, vaste fractie	2.500 **	Eenvoudig, goede afzetmogelijkheden
<i>Thermisch:</i>				
8 Bouwman	Compostering in droogtrommel, luchtreiniging	Compost, condens	10.000 **	Gesteriliseerde producten
9 Manura 10	Centrifuge, verwarmen, strippen, condenseren	Schoon water, N-concentraat, NPK-concentraat, Vaste fractie	16.000 *	Gesteriliseerde producten

* Informatie gebaseerd op onderzoek uitgevoerd onder begeleiding van Praktijkonderzoek Veehouderij.

** Informatie aangeleverd door leverancier.

den beschouwd. De geselecteerde systemen zijn aan een uitgebreid onderzoeksprogramma onderworpen.

De geselecteerde systemen worden in tabel 1 kort toegelicht. Een aantal systemen is ontwikkeld door individuele varkenshouders en een aantal is ontwikkeld door de toeleverende industrie. De systemen bevinden zich op locatie bij een varkensbedrijf of bij een loonwerker met mestopslag.

In onderliggend rapport wordt verslag gedaan van het onderzoek naar één van de tien onderzochte systemen.

Onderzoeksdoel

Het doel van het onderzoek is het testen en analyseren van de werking van de als kansrijk geachte mestverwerkingsystemen. Dit betekent dat er van ieder systeem een nutriëntenbalans moet worden gemaakt. Er moet van elk systeem informatie worden verzameld met betrekking tot stabiliteit van de procesvoering, optreden van storingen, capaciteit, kosten en energiegebruik. Van elk systeem moet de milieubelasting worden bepaald door het meten van optredende emissies van broeikasgassen, ammoniak en geur.

Onderzoeksopzet

Het onderzoek naar de verschillende systemen bestond uit de volgende elementen:

1. Vastlegging van technische prestaties van het systeem gedurende

een periode van 4 weken.

Geregistreerd werden: hoeveelheid en samenstelling mest, hoeveelheden en samenstelling eindproducten, energieverbruik, storingen, stabiliteit proces etc. Deze metingen zijn grotendeels uitgevoerd door de varkenshouder of de leverancier van het mestverwerkingsysteem. De metingen zijn uitgevoerd volgens een vooraf door het Praktijkonderzoek Veehouderij opgesteld monsternamen- en meetprotocol. Door personeel van het Praktijkonderzoek Veehouderij zijn regelmatig bezoeken afgelegd bij de diverse systemen, is contact onderhouden en heeft begeleiding plaatsgevonden om betrouwbare meetresultaten te verkrijgen.

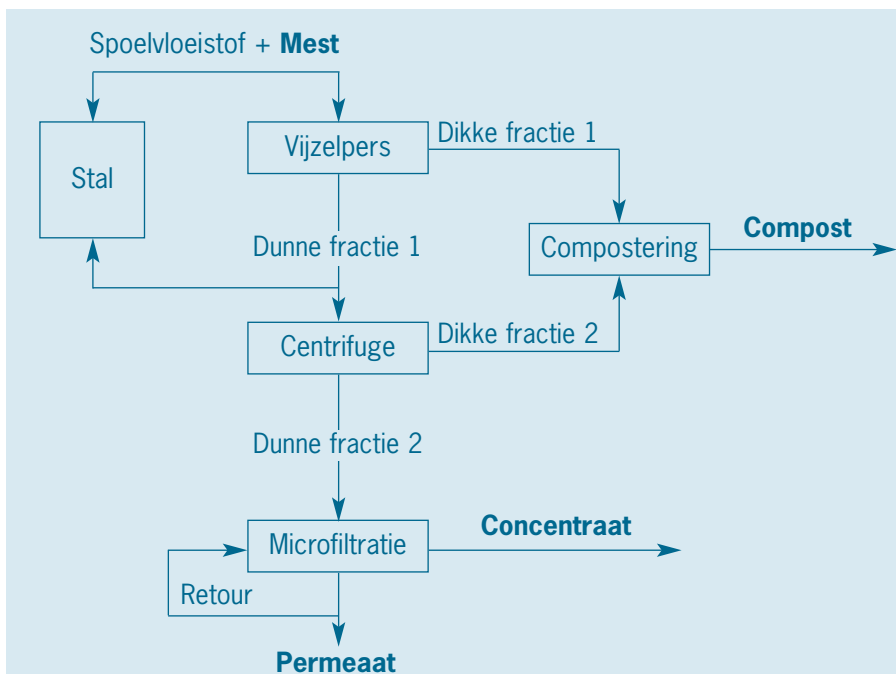
De resultaten van de uitgevoerde metingen en analyses aan het systeem Dirven zijn door de heer Dirven aan het Praktijkonderzoek Veehouderij gerapporteerd (Dirven, 2001). In onderliggend rapport worden deze resultaten besproken.

2. Meting van gasvormige emissies. De emissie van ammoniak, broeikasgassen en geur werd tweemaal gemeten terwijl het systeem in bedrijf was. Het IMAG te Wageningen heeft de metingen uitgevoerd en besproken in onderliggend rapport. De metingen zijn reeds eerder gerapporteerd als IMAG rapport (Gijsel et al., 2001).

Relevantie van onderzoek

Met behulp van de informatie die uit het onderzoek volgt, kan een varkenshouder een systeem uitkiezen dat het beste past in zijn of haar situatie. Er is namelijk objectieve informatie beschikbaar met betrekking tot investeringen, operationele kosten, werking van het systeem, samenstelling van de producten etc. Ook de gevolgen voor de MINAS-boekhouding kunnen van tevoren worden vastgesteld.

Omdat alle emissies van geur, ammoniak en broeikasgassen zijn gemeten, kunnen de resultaten van het onderzoek eveneens een rol vervullen in verband met de aanvraag van de benodigde vergunningen voor een dergelijke mestverwerkingsinstallatie. Met behulp van het uitgevoerde onderzoek kan namelijk reeds van tevoren ingeschat worden wat de milieubelasting van een mestverwerkingsinstallatie zal zijn.



Figuur 1 Schematische weergave mestverwerkingsproces van Dirven

2 Beschrijving systeem Dirven

Het mestverwerkingsysteem dat in dit rapport wordt beschreven, is ontwikkeld door de heer B. Dirven, varkenshouder te Someren. Het bedrijf omvat 1178 vleesvarkens, 864 fokgelten, 210 guste en dragende zeugen, 74 kraamzeugen en 480 opfokbiggen.

Op het varkensbedrijf wordt jaarlijks ongeveer 3.600 ton drijfmest geproduceerd.

De vleesvarkens en fokgelten zijn gehuisvest in stallen met een spoelgotensysteem (Groen Label).

Beschrijving systeem

Het mestverwerkingsysteem behandelt mengmest van zeugen, biggen en vleesvarkens. In figuur 1 is het systeem van Dirven schematisch weergegeven. Allereerst wordt het mengsel van spoelvoerstof en mest uit de stallen afgevoerd en in een vijzelpers (FAN; maaswijdte zeef: 0,25 mm;) gescheiden (figuur 2). De dunne fractie uit de vijzelpers wordt opgevangen in een buffertank (50 m³) en van daaruit deels naar de stal teruggevoerd als spoelvoerstof



Figuur 2 Afscheiding van dikke fractie uit varkensdrijfmest door middel van vijzelpers en centrifuge (Dirven, Someren).

Toelichting: Links: container waarin dikke fractie wordt opgevangen. Rechtsboven: centrifuge (op voorgrond) en vijzelpers (op achtergrond). Rechts onder: buffertank dunne fractie.

en deels naar de decanteercentrifuge (Pieralisi, Baby II; capaciteit: 0,7 m³/uur; ongeregeld) gevoerd. In de centrifuge wordt de vloeistof gescheiden in een dikke en een dunne fractie (figuur 2). De dunne fractie uit de centrifuge gaat via een tweede buffertank (50 m³) naar een microfiltratie-apparaat (Zenon Inc.; kunststof membraan; 0,2 µm; 15 m²) geleid (figuur 3). In dit apparaat wordt de mestvloeistof in een concentraat en een permeaat gescheiden. Een groot gedeelte van het permeaat wordt gerecirculeerd door het

microfiltratie-apparaat.

De dikke fracties uit de vijzelpers en de centrifuge worden gezamenlijk opgevangen in een container (figuur 2) en vervolgens in een loods gecomposteerd. Deze compostering vindt plaats zonder actieve beluchting of omzetten.

Het proces wordt in batches van 2 weken uitgevoerd, omdat men na 2 weken de microfiltratie-installatie moet reinigen. De mestverwerkinginstallatie is opgesteld in een gesloten loods met mechanische ventilatie.



Figuur 3 Microfiltratie-installatie voor behandeling van dunne fractie uit varkensdrijfmest na afscheiding vaste fractie met vijzelpers en centrifuge (Dirven, Someren)

3 Onderzoek: materiaal en methoden

De werking van het systeem (exclusief compostering) is onderzocht in de periode van oktober 2000 tot en met januari 2001. In deze periode zijn vier batches van elk 2 weken uitgevoerd. Gedurende deze periode zijn metingen uitgevoerd, monsters genomen en alle voorkomende werkzaamheden en relevante ervaringen genoteerd. De compostering van de dikke fractie uit de mestscheiding is in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten, omdat het composteringsproces een veel langere duur heeft dan de geplande onderzoeksperiode.

3.1 Monsternamen en analyse

Eenmaal per batch werden monsters (1 liter) genomen van de ingaande mest en van de producten. Deze monsters werden in het laboratorium geanalyseerd volgens standaard methoden (NNI, 1988). De volgende analyses werden uitgevoerd:

- droge stof (DS)
- organische stof (OS)
- totaal fosfaat (P)
- totaal stikstof (N-tot)
- ammonium ($\text{N-NH}_3/\text{NH}_4^+$)
- kalium (K)
- pH

Van een aantal monsters werden ook onderstaande gehalten bepaald:

- chloride (Cl)
- natrium (Na)

- nitriet (N-NO_2^-)
- nitraat (N-NO_3^-)
- elektrische geleidbaarheid (EC)
- chemisch zuurstofverbruik (CZV)
- biologisch zuurstofverbruik (BZV)

3.2 Debietmeting

Ingaande mest

De hoeveelheid drijfmest die de vijzelpers ingaat is niet gemeten, maar berekend als de optelsom van alle producten.

Dikke fractie uit vijzelpers

De dikke fractie uit de vijzelpers is tweemaal per week gedurende 15 minuten opgevangen in een bak en gewogen. Het aantal draaiuren van de vijzelpers is ingeschat en hieruit is de totale hoeveelheid geproduceerde dikke fractie uit de vijzelpers berekend.

Dunne fractie uit vijzelpers

De hoeveelheid dunne fractie uit de vijzelpers werd opgevangen in een buffertank.

Daarna werd de dunne fractie naar de centrifuge gepompt. Het aantal uren dat deze pomp draait is geregistreerd. De pompcapaciteit is bepaald door te meten in welke tijd een bekende hoeveelheid dunne fractie overgepompt wordt.

Uit de pompcapaciteit en het aantal draaiuren van de pomp is de totale

hoeveelheid geproduceerde dunne fractie uit de vijzelpers berekend.

Dikke fractie uit centrifuge

De dikke fractie uit de centrifuge is tweemaal per week gedurende 15 minuten opgevangen in een bak en gewogen. Het aantal draaiuren van de centrifuge is geregistreerd en hieruit is de totale hoeveelheid geproduceerde dikke fractie uit de centrifuge berekend.

Dunne fractie uit centrifuge

De hoeveelheid dunne fractie uit de centrifuge werd opgevangen in een buffertank en daarna naar de microfiltratie-installatie gepompt. Het aantal uren dat deze pompt draait is geregistreerd en hieruit werd het gemiddelde debiet berekend.

Concentraat uit microfiltratie

De hoeveelheid concentraat uit de microfiltratie werd opgevangen in een opslagtank.

Een pomp voert de geproduceerde hoeveelheid concentraat af. Het aantal uren dat deze pompt draait is geregistreerd en hieruit werd het gemiddelde debiet berekend.

Permeaat uit microfiltratie

Het geproduceerde permeaat wordt opgevangen in een opslagtank. De hoeveelheid kan men op ieder moment aflezen op een doorstroommeter (Rota-meter). De totale hoeveelheid permeaat die geproduceerd is wordt geregistreerd met een mechanische watermeter.

3.3 Gasvormige emissies

Gedurende de onderzoeksperiode van vier batches van elk 14 dagen, is tweemaal de gasvormige emissie uit de mestverwerkingloods vastgesteld. De metingen zijn uitgevoerd op 8 november 2000 (meetdag 1; 12u15 - 16u15) en op 4 december 2000 (meetdag 2; 11u30 - 13u45). Meetdag 1 viel op de tiende dag van een batch; meetdag 2 viel op de tweede dag van een batch. Een dag voorafgaande aan de meetdag werden meetapparatuur en leidingen voor de monsternamen aangelegd. De volgende parameters werden gemeten:

- Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid in de mestverwerkingloods;
- Ventilatie-debiet;
- Ammoniakconcentratie (NH_3);
- Broeikasgasconcentraties: kool-dioxide (CO_2), methaan (CH_4) en lachgas (N_2O);
- Geurconcentratie.

Klimaat

De temperatuur ($^{\circ}\text{C}$) en de relatieve luchtvochtigheid (%) in de mestverwerkingruimte werden continu gemeten met een temperatuur- en vochtsensor (Rotronic Hygromer). De meetwaarden zijn geregistreerd met een datalogger.

Ventilatie-debiet

De mestverwerkingruimte werd mechanisch geventileerd met een ventilator. De grootte van het ventilatie-debiet, dus de luchtuitwisseling

tussen de mestverwerkingruimte en de omgeving, is gemeten met een meetventilator ($d=40$ cm) die op de ventilator ($d=40$ cm) was geplaatst. De afstand tussen de ventilator en de meetventilator bedroeg circa 0,5 m. Door de omwentelingen van de meetventilator werden pulsen afgegeven. Het gemiddelde aantal pulsen per seconde is om de 5 minuten geregistreerd met een datalogger. De relatie tussen het aantal pulsen en het debiet is bepaald met een windtunnel (Berckmans et al., 1991; Scholtens en Van 't Klooster, 1993). De meetventilator is kort voor het uitvoeren van de metingen gekalibreerd.

Ammoniak

De ammoniakconcentratie in de ventilatielucht van de mestverwerkingruimte is bepaald door gedurende enige uren lucht uit de ventilatiekamer te bemonsteren. We hebben deze lucht door twee in serie staande gaswasflessen met salpeterzuur ($0,02$ M HNO_3) geleid. Op deze manier werd een tijdgewogen gemiddelde van de ammoniakconcentratie bepaald (Wintjens 1993). In de eerste gaswasfles werd het ammoniak opgevangen; de tweede fles diende ter controle van eventuele verzadiging en slechte opname van de eerste fles. Het debiet van de luchtstroom door de gaswasflessen werd geregeld met een kritisch capillair (2000 ml/min); de werkelijke hoeveelheid doorgeleide lucht is bepaald met een zeepvliesmeter. Vervolgens wordt de concentratie van ammoniak in de

gaswasflessen in het laboratorium nat-chemisch (NEN 6472, MSP-A014) bepaald. Het leidingwerk voor monstername is van Teflon om adsorptie aan de leidingen en verlies door diffusie te voorkomen. De ammoniakconcentratie in de ruimte werd bij installatie van de meetapparatuur bepaald met gasdetectiebuisjes (Kitagawa) en gebruikt om de te gebruiken salpeterzuurconcentraties in de gaswasflessen te bepalen. De achtergrondconcentratie werd eveneens gemeten met gasdetectiebuisjes. Uit de gemeten snelheid van de lucht door de gaswasflessen, de monstername duur en de ammoniakconcentratie in de gaswasflessen, kan vervolgens de ammoniakconcentratie in de bemonsterde lucht worden berekend.

Geurmetingen

De geurmetingen werden uitgevoerd volgens het meetprotocol voor geurremissies uit de veehouderij (Anoniem, 1996). Monsterzakken gemaakt van Teflon werden in 2 uur gevuld met lucht uit de ventilatiekamer met behulp van de long-methode. Hierbij werd een lege monsterzak, die zich in een gesloten vat bevond, via een Teflonslang gevuld met de te bemonsteren lucht. Door de lucht uit het vat te zuigen ($0,5$ l/min) ontstond in het vat een onderdruk en werd lucht door de monsterleiding aangezogen. De lucht werd vóór het monstervat gefilterd met een stoffilter (poriediamter $1-2$ μm). De monsters zijn binnen 24 uur geanalyseerd met een olfactometer.

Een olfactometer verdunt een monster met schone lucht en biedt het mengsel aan aan een panel met een aantal personen. Het monster wordt steeds verder verdund totdat de helft van de mensen in het panel nog juist een onderscheid kan maken tussen het verdunde monster en schone lucht. De geurconcentratie in het verdunde monster is gedefinieerd als 1 European Odour Unit per kubieke meter (1 OU_E/m³) (Hobbs *et al.*, 1995,; NNI, 1995/1996). De geurconcentratie van het oorspronkelijke monster is gelijk aan het aantal verdunningen dat uitgevoerd is. Het IMAG heeft de geuranalyses uitgevoerd volgens de Nederlandse voornorm Olfactometrie (NVN 2820A) met wijzigingsblad A1 (NNI, 1995/1996). De achtergrondconcentratie van geur is niet bepaald.

Broeikasgassen

Voor de meting van de broeikasgassen werden monsters genomen gedurende 2 tot 4 uur met behulp van vacuümflessen van 6 liter. Na het openen van een klep vullen deze flessen zich in een aantal uren met omgevingslucht, zodat een gemiddeld luchtmonster wordt ver-

cregen. Aan de loefzijde van de mestverwerkingloods hebben we met injectiespuiten (20 ml) gasmonsters van de buitenlucht genomen. De concentraties in deze monsters zijn de achtergrondconcentraties om de andere metingen te corrigeren. De concentratie van CH₄, CO₂ en N₂O in alle gasmonsters werd bepaald met een gaschromatograaf (Carbo Erba Instruments, GC 6000 Vega series 2; Poropax Q; CH₄: FID/HWD; N₂O: ECD/HWD; HWD). Uit het ventilatiedebiet (m³/uur) en de concentratie van een broeikasgas (g/m³) kan de broeikasgasemissie in massa per tijdseenheid worden berekend (kg/uur).

3.4 Energiegebruik

De hoeveelheid elektriciteit, verbruikt door het systeem, werd geregistreerd met behulp van een kWh-meter.

3.5 Economische evaluatie

Om een objectieve vergelijking van kosten van verschillende systemen mogelijk te maken, hanteren wij een aantal uitgangspunten voor het maken van een kostenberekening. Deze zijn als volgt:

• Afschrijvingsduur machines:	7,5 jaar (13%); restwaarde = 0
• idem mestverwerkinggebouwen:	10 jaar (10%); restwaarde = 0
• Onderhoud:	3% van totale investering
• Rentevoet:	2,75% effectief
• Elektriciteitskosten, uitgaande van grootverbruik:	€ 0,062 / kWh
• Arbeidskosten:	€ 18,- / uur
• Draaiuren:	maximaal 8.000 / jaar

4 Onderzoek: resultaten en discussie

4.1 Capaciteit systeem

Aan het begin van de onderzoeksperiode heeft de installatie een paar keer stil gestaan door een storing. Gedurende de tweede helft van de onderzoeksperiode heeft de installatie stabiel en zonder storingen gedraaid. Gemiddeld heeft de installatie in de onderzoeksperiode 21 uur / dag gedraaid ofwel 8.000 uren / jaar. De hoeveelheid verwerkte drijfmest bedroeg gemiddeld 0,45 ton / uur waarmee de totale verwerkingscapaciteit uitkomt op 3.600 ton drijfmest / jaar. De capaciteit van de vijzelscheider is veel hoger door de recirculatie van spoelvloeistof door het systeem.

4.2 Samenstelling stromen

Tabel 2 toont een overzicht van de

verdeling van de massa over de verschillende producten en de gemiddelde concentratie van droge stof, organische stof, stikstof, fosfaat en kalium in de verschillende stromen. De waarden zijn het gemiddelde van vier verschillende batches. In bijlage 1 staan de samenstelling van de verschillende stromen in meer detail, de gehalten van de dikke en dunne fractie uit de vijzelpers en de dikke fractie uit de centrifuge.

Uit tabel 2 blijkt dat in totaal 15 gewichtspercentage als dikke fractie wordt afgescheiden. Deze fractie heeft een hoog stikstof- en fosfaatgehalte. De resterende 85% wordt verder gescheiden in 13% concentraat en 72% permeaat. Het concentraat heeft een hoog stikstofgehalte en een fosfaatgehalte dat overeenkomt met onbehandelde mest. Het perme-

Tabel 2: Gemiddelde concentraties en massaverdeling over de verschillende producten.

	Eenheid	Drijfmest	Dikke fractie *	Concentraat	Permeaat
Massa	% totaal	100	15	13	72
Droge stof	kg/ton	51	283	81	18
Organische stof	kg/ton	35	222	61	8
Stikstof-totaal	kg/ton	5.1	9.9	7.8	3.4
Stikstof-ammoniak	kg/ton	3.5	4.0	4.0	3.1
Fosfaat-totaal	kg/ton	2.7	13.2	2.8	0.4
Kalium	kg/ton	4.7	3.6	4.9	4.6
pH	-	7.4	7.9	7.7	7.8

* Mensel van dikke fractie uit vijzel en dikke fractie uit centrifuge.

aat heeft een laag fosfaatgehalte; het stikstofgehalte van het permeaat ligt ongeveer 35% lager dan onbehandelde mest.

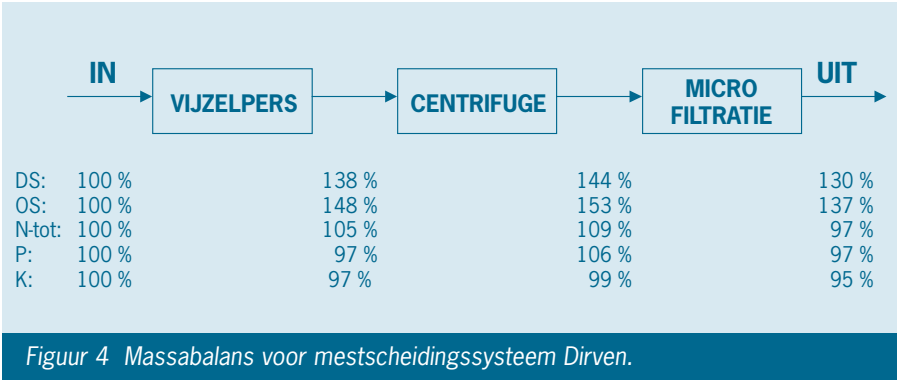
4.3 Massabalans

Met de gegevens in tabel 2 en bijlage 1 kan een balans worden berekend voor de verschillende componenten. Het doel van het opstellen van een massabalans is om te controleren of de gemeten hoeveelheid die het systeem binnenkomt gelijk is aan de gemeten hoeveelheid die het systeem verlaat. Dit geeft informatie over de betrouwbaarheid van de metingen en over eventueel optredende verliezen. In een mestverwerkingsysteem als het Dirven systeem verwachten we geen verwijdering van componenten. Met andere woorden: idealiter is de gemeten hoeveelheid mineralen die het systeem ingaat gelijk aan de gemeten hoeveelheid mineralen die het systeem verlaat. In figuur 4 is voor de vijzelpers, de centrifuge en de microfiltratie-installatie aangegeven in hoeverre de

balans in evenwicht is. De getallen in figuur 4 zijn niet gecorrigeerd voor het gemeten stikstofverlies naar de omgeving in de vorm van ammoniak en lachgas (tabellen 5 en 9).

Wanneer we kijken naar de massabalans voor het totale systeem, zien we dat de balans voor stikstof-totaal, ammonium-stikstof, fosfaat-totaal en kalium goed in balans is (afwijking -3%). De gevonden afwijking valt binnen de marge die gehanteerd wordt voor de reproduceerbaarheid van de uitgevoerde metingen en analyses.

De afwijking in de balans van de droge stof is echter zeer groot (+30%). Logischerwijs is de balans voor organische stof dan evenmin in evenwicht, aangezien de organische stof wordt bepaald uit de droge stof. Deze afwijking wordt veroorzaakt door de metingen die verricht zijn aan de eerste processtap: de scheiding met de vijzelpers. Deze afwijking heeft twee mogelijke oorzaken: 1 Het aantal monsters (1 monster per batch oftewel 1 kg monster per



250 ton ingaande drijfmest) is onvolgende is om de optredende fluctuaties in het drogestofgehalte van de drijfmest te meten. Om een sluitende balans te krijgen moet monsternamen frequenter plaatsvinden.

2 Het debiet van de ingaande drijfmest is niet rechtstreeks gemeten, maar berekend als optelsom van de debieten van de producten. Hierdoor wordt niet opgemerkt wanneer een foutieve meting van het debiet van de producten plaatsvindt. Mogelijk wordt de balansberekening hierdoor gebaseerd op een foutief debiet van een of meerdere stromen waardoor een afwijking in de balans ontstaat.

Voor het totale systeem kunnen we concluderen dat de uitgevoerde metingen van totaal-stikstof, ammonium-stikstof, fosfaat en kali betrouwbaar zijn en dus een goed beeld

geven van de werking van het mestverwerkingsysteem. Om eveneens een betrouwbare balans voor droge stof (en organische stof) op te stellen zijn aanvullende metingen nodig.

4.4 Gasvormige emissies

Klimaat

In tabel 3 staan de klimaatgegevens van de dagen waarop de metingen zijn uitgevoerd.

In tabel 4 is het ventilatiedebiet van de mestverwerkingsruimte weergegeven.

Voor het berekenen van de emissies van ammoniak, geur en broeikasgasen is het gemiddelde ventilatiedebiet gehanteerd.

Ammoniakemissie

De ammoniakemissie wordt berekend

Tabel 3: Gemiddelde temperatuur en relatieve luchtvochtigheid gedurende metingen.

	Temperatuur (°C) Buiten *	Mestverwerkingruimte	Relatieve luchtvochtigheid (%) Mestverwerkingruimte
8 november 2000	8	17	54
4 december 2000	7	16	52

*Gemiddelde temperatuur te De Bilt (KNMI, 2001)

Tabel 4: Ventilatiedebiet mestverwerkingruimte (m³/uur).

	Ventilatiedebiet
8 november 2000	3071
4 december 2000	3039
Gemiddeld	3055

Tabel 5: Ammoniakconcentratie en -emissie

	Ammoniakconcentratie (mg/m ³)	Ammoniakemissie (g/uur)
8 november 2000	0,85	2,6
4 december 2000	2,89	9,2
Gemiddeld	1,87	5,9

als het product van het ventilatiedebiet (tabel 4) en de gemeten ammoniakconcentratie in de ventilatielucht. In tabel 5 staat de berekende ammoniakemissie uit de mestverwerkingruimte. De emissies zijn gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie.

Het is van belang om de ammoniakemissie van het mestverwerkingssysteem te kunnen relateren aan de totale ammoniakemissie van het bedrijf. Op deze manier kan men bepalen of het toepassen van het mestverwerkingsysteem een substantiële verhoging van de emissie veroorzaakt. Daarom wordt berekend wat de theoretische ammoniakemissie van het

bedrijf is, gebaseerd op de emissiefactoren, gehanteerd door de wetgever (Wijziging uitvoeringsregeling ammoniak en veehouderij (Anoniem, 2000)). In tabel 6 wordt de ammoniakemissie van het bedrijf Dirven op deze wijze berekend.

Wanneer we aannemen dat de gemiddelde gemeten ammoniakemissie (tabel 5: 5,9 g/uur (= 51,7 kg/jaar)) representatief is voor de emissie die gedurende het gehele jaar optreedt, kan dit vergeleken worden met de theoretische ammoniakemissie van het gehele bedrijf (tabel 6: 4643 kg/jaar). Dit betekent dat door het mestverwerkingsysteem Dirven de

Tabel 6: Berekening ammoniakemissie varkensbedrijf Dirven, Someren volgens Wijziging uitvoeringsregeling ammoniak en veehouderij (Anoniem, 2000).

Diercategorie	Code	Emissiefactor NH ₃	Dierplaatsen (kg/dpl/jaar)	NH ₃ emissie (kg/jaar)
Vleesvarkens	D 3.2.2.1	1,4	1178	1649
Fokgelten	D 3.2.2.1	1,4	864	1210
Guste en dragende zeugen	D 1.3.12	4,2	210	882
Kraamzeugen	D 1.2.16	8,3	74	614
Opfokbiggen	D 1.1.15.1	0,6	480	288
Totaal				4643

ammoniakemissie van het totale bedrijf met 1,1% toeneemt. De gemeten ammoniakemissie uit het systeem bedraagt 0,3% van de hoeveelheid stikstof die het mestverwerkingssysteem ingaat als drijfmest. Er is echter geen sprake van een representatieve meting van de ammoniakemissie. De gemiddelde ammoniakemissie in tabel 5 is gebaseerd op slechts twee momentopnamen die onderling ook nog eens zeer sterk verschillen.

Geuremissie

In tabel 7 zijn de gemeten geurconcentraties en -emissies voor het Dirven systeem weergegeven. Aangezien de geurmetingen niet zijn gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie, zijn de werkelijke geuremissies mogelijk lager.

Om de geuremissie van het mestverwerkingssysteem te kunnen relateren aan de totale geuremissie van het bedrijf wordt de theoretische geuremissie van het bedrijf berekend. De berekening is gebaseerd op literatuurwaarden voor geuremissie uit traditionele huisvesting (Ogink en Lens,

2001; Ogink en Groot Koerkamp, 2001). In tabel 8 wordt de geuremissie van het bedrijf Dirven op deze wijze berekend.

Wanneer we aannemen dat de gemeten geuremissie (tabel 7) representatief is voor de emissie die gedurende het gehele jaar optreedt, kan de gemeten emissie van de mestverwerkinginstallatie vergeleken worden met de theoretische geuremissie van het gehele bedrijf (tabel 8). Dit betekent dat de geuremissie uit de mestbewerkingsinstallatie 8% bedraagt van de geuremissie van het gehele bedrijf (berekend volgens bijlage 2). Er is geen sprake van een representatieve meting van de geuremissie. De gemiddelde ammoniakemissie in tabel 7 is gebaseerd op slechts twee momentopnamen die onderling ook nog eens sterk verschillen.

Broeikasgasemissie

De *Global Warming Potential* (GWP) van een gas geeft aan welke bijdrage dit gas levert aan het versterkte broeikaseffect, in verhouding tot kooldioxide, uitgaande van een periode van 100 jaar. Kooldioxide,

Tabel 7: Geuremissie mestscheidingsysteem Dirven *

	Geurconcentratie (OU _E /m ³)	Emissie (OU _E /s)
8 november 2000	5779	4931
4 december 2000	4711	3977

* Niet gecorrigeerd voor achtergrondconcentratie.

Tabel 8: Berekening geuremissie varkensbedrijf Dirven, Someren op basis van literatuurwaarden voor traditionele huisvesting (Ogink en Lens, 2001; Ogink en Groot Koerkamp, 2001)

Diercategorie	Code	Geuremissie literatuurwaarde	Dierplaatsen bedrijf Dirven (OU _E /dpl/s)	Geuremissie bedrijf Dirven (OU _E /s)
Vleesvarkens	D 3.2.2.1	22,4	1178	26387
Fokgelten	D 3.2.2.1	22,4	864	19354
Guste en dragende zeugen	D 1.3.12	19,0	210	3990
Kraamzeugen	D 1.2.16	17,8	74	1317
Opfokbiggen	D 1.1.15.1	7,2	480	3456
Totaal				54504

Tabel 9: Broeikasgasemissie uit mestverwerkingloods.

Datum	CH ₄ (g/uur)	N ₂ O (g/uur)	Totaal (kg CO ₂ -eq./uur)
8 november 2000	279	0	5,8
4 december 2000	157	2,82	4,2
Gemiddeld	218	1,41	5,0

methaan en lachgas zijn broeikasgasen met een GWP van resp. 1, 21 en 310 (IPCC, 1996). De emissies van broeikasgassen drukken we meestal uit in CO₂-equivalenten wat het product is van de emissie van het gas en de GWP. Het is daarbij gebruikelijk alleen die gassen mee te rekenen die daadwerkelijk een bijdrage leveren aan het broeikaseffect. In dit geval zijn dit alleen de CH₄- en N₂O-emissie, omdat de hoeveelheid geëmitteerde CO₂ deel uitmaakt van de korte (natuurlijke) kringloop.

De resultaten van de emissiemetin-

gen van methaan en lachgas uit de mestverwerkingsloods worden weergegeven in tabel 9. De gemeten concentraties zijn gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie.

4.5 Energiegebruik

Het totale energieverbruik van de installatie (incl. vijzelpers, centrifuge, microfiltratie-installatie, regelapparatuur, pompen, kleppen) bedroeg gemiddeld 27 kWh / ton verwerkte mest.

5 Economische evaluatie

In tabel 10 worden de resultaten van de kostenberekening van het mestverwerkingsysteem van Dirven weer-

gegeven (exclusief compostering). De uitgangspunten van de berekening zijn reeds toegelicht.

Tabel 10: Verwerkingskosten systeem **Dirven** (excl. compostering en excl. afzet producten).

Mestverwerkingsinstallatie

Omschrijving:	Dirven
Capaciteit: (ton drijfmest/uur)	0,45
Draaiuren: (uur/jaar)	8000
Totaal: (ton drijfmest/jaar)	3600

1. Investeringskosten

	Afschrijvingsduur		
Vijzelpers	7,5 jaar *	19.000,00	**
Centrifuge (ongeregeld)	7,5 jaar *	30.000,00	**
Microfiltratie-installatie	7,5 jaar *	74.000,00	**
Loods	10 jaar *	16.000,00	**
Opslagbassin permeaat (1000 m ³)	10 jaar *	11.000,00	**
Verzwarende elektriciteitsaansluiting	20 jaar *	2.300,00	
Totaal investeringen:		152.300,00	
	Per ton:	42,31	

2. Exploitatiekosten per jaar

Vaste kosten:			
Afschrijving:		19.215,00	*
Onderhoud:	3%	4.569,00	*
Rente:	2,75%	4.188,25	*
Totaal vaste kosten:		27.972,25	
	Per ton:	7,77	
Variabele kosten			
Vervanging membranen		2.000,00	**
Energie:			
elektriciteit	27 kWh / ton à 0,062	6.026,40	***
Arbeid	1 uur / dag à 18,00	6.570,00	**
Totaal variabele kosten:		14.596,40	
	Per ton:	4,05	
Totaal exploitatiekosten	Per ton:	11,82	

* Uitgangspunt gehanteerd door Praktijkonderzoek Veehouderij.

** Volgens opgave door varkenshouder (Dirven, 2001).

*** Gemeten tijdens onderzoek.

De verwerkingskosten van het Dirven systeem (exclusief compostering) bedragen dus € 11.82 / ton verwerkte drijfmest, excl. afzet van de producten. Wanneer de dikke fractie uit het proces vervolgens wordt gecomposteerd, zijn hieraan extra kosten verbonden; deze zijn niet opgenomen in tabel 10.

In tabel 11 worden twee scenario's gedefinieerd voor de ontwikkeling van de afzetkosten of -opbrengsten van de producten uit het mestverwerkingsstelsel van Dirven (exclusief compostering).

Met behulp van deze scenario's is

berekend wat de consequenties zijn voor het Dirven-systeem. Dit is weer gegeven in tabel 12.

In het positieve scenario is sprake van een opbrengst van € 3,60 per ton verwerkte drijfmest. De totale kosten van het systeem Dirven (exclusief compostering) komen dan uit op € 11,82 - € 3,60 = € 8,22 per ton verwerkte drijfmest.

In het negatieve scenario is sprake van een extra kostenpost van € 18,- per ton verwerkte drijfmest. De totale kosten van het Dirven-systeem (exclusief compostering) komen dan uit op € 11,82 + € 18,- = € 29,82 per ton verwerkte drijfmest.

Tabel 11: Scenario's: afzetopbrengsten

Product	Scenario1 - negatief (€ / ton)	Scenario 2 - positief (€ / ton)
Product 1: Dikke fractie	-18.00	0.00
Product 2: Concentraat MF	-18.00	0.00
Product 3: Permeaat MF	-18.00	+5.00

Tabel 12: Afzetopbrengst producten

Product	Hoeveelheid (ton/jaar)	Scenario 1 (negatief)	Scenario 2 (positief)
Product 1: Dikke fractie	540	-9.720,00	0,00
Product 2: Concentraat MF	468	-8.424,00	0,00
Product 3: Permeaat MF	2592	-46.656,00	12.960,00
Opbrengs:		-64.800,00	+12.960,00
	Per ton:	-18,00	+3,60

6 Conclusies

- 1 Wanneer de installatie het aantal beoogde draaiuren van 8000 per jaar realiseert, is het systeem in staat om 3600 ton drijfmest per jaar te behandelen.
- 2 De kosten van het mestverwerkingsproces bedragen € 11,82 per ton ingaande drijfmest (excl. afzet van producten). Afhankelijk van de ontwikkeling van de afzetmarkt voor de producten moeten men rekening houden met een opbrengst van € 3,60 per ton behandelde drijfmest tot een extra kostenpost van € 18,- per ton behandelde drijfmest.
- 3 Ruim 70% van het volume van de ingaande drijfmest wordt omgezet tot een vloeistoffractie met een laag droge stof en een laag fosfaat gehalte. 13% eindigt als concentraat met een verhoogd stikstofgehalte en 15% eindigt als vaste fractie met een verhoogd fosfaat- en stikstofgehalte.
- 4 Er is een sluitende een balans over het Dirven systeem opgesteld voor totaal-stikstof, ammonium-stikstof, fosfaat en kalium. Om de balans voor droge stof (en organische stof) sluitend te maken zijn aanvullende metingen nodig.
- 5 De emissie van ammoniak uit het Dirven systeem bedraagt 1,1% van de veronderstelde ammoniak-emissie van het gehele varkensbedrijf.
- 6 De emissie van geur uit dit systeem bedraagt 8% van de veronderstelde geuremissie van het gehele varkensbedrijf.

7 Systeem Dirven in breder perspectief

Producten en afzet

In het Dirven systeem gaan geen mineralen verloren: al het fosfaat, kalium en stikstof dat het systeem ingaat als drijfmest verlaat het systeem weer in de vorm van de producten. Het Dirven systeem scheidt de drijfmest in drie producten: vaste fractie, concentraat uit microfiltratie en permeaat uit microfiltratie.

- 1 De dikke fractie heeft een hoog gehalte aan droge stof, stikstof en fosfaat en kan toegepast worden als meststof die tegelijkertijd het organische stofgehalte van de bodem aanvult. Sinds 1998 lopen er bemestingsproeven met de dikke fractie op twee akkerbouwbedrijven op kleigrond. Wanneer de dikke fractie eerst gecomposteerd wordt, kan de waarde van de meststof verhoogd worden.
- 2 Het concentraat lijkt erg op de onbehandelde drijfmest (fosfaat en kaliumgehalte is gelijk). De gehalten droge stof en stikstof liggen ongeveer 50% hoger. Het concentraat kan aangewend worden in plaats van drijfmest wanneer een hoger stikstofgehalte is gewenst.
- 3 Het permeaat bevat nauwelijks fosfaat en ongeveer 65% van de stikstof is drijfmest; het kaliumgehalte is gelijk aan dat van drijfmest. Het permeaat kan toege-

past worden in plaats van drijfmest wanneer een lage fosfaatgift is gewenst. Een andere mogelijkheid is het permeaat toe te passen als vervanging van kunstmeststoffen in de glastuinbouw, de vollegrondsgroenteteelt of de melkveehouderij. Het relatief hoge ammoniumgehalte van het permeaat bemoeilijkt de afzet in de tuinbouw.

Bemestingsproeven

Met het permeaat zijn bemestingsproeven uitgevoerd in de glastuinbouw, de vollegrondsgroenteteelt en de melkveehouderij. Dit onderzoek had een oriënterend karakter. Er is onderzoek uitgevoerd naar het gebruik van permeaat bij de paprika-teelt (Vaandrager en Verbaarschot, 2001), de teelt van spinazie en andijvie en als graslandbemester. Er is aanvullend onderzoek nodig om de bemestingswaarde van het permeaat vast te stellen voor de verschillende toepassingsgebieden en zo de afzetmogelijkheden van het permeaat in kaart te brengen.

Wetgeving

Op dit moment is het niet mogelijk een mestafzetcontract te sluiten met een glastuinbouwer omdat de glastuinbouw niet onder MINAS valt. De minister van Landbouw,

Natuurbeheer en Visserij heeft kortgeleden aangegeven een regeling te treffen om de afzet van verwerkte varkensmest in de substraatteelt in de glastuinbouw een plaats te geven (Brinkhorst, 2001). Mogelijk nemen de afzetmogelijkheden van het permeaat hierdoor toe.

Kosten versus opbrengst

Algemeen kunnen we stellen dat een mestverwerkingsstelsysteem alleen rendabel is wanneer de producten een betere marktpositie hebben dan het uitgangsproduct onbehandelde varkensdrijfmest.

De verwerkingskosten van het Dirven systeem bedragen € 12,- /ton verwerkte drijfmest. Om deze kosten te kunnen dragen moet de afzet van de producten uit de mestbewerking mini-

maal € 12,- / ton goedkoper zijn dan de afzet van onbehandelde drijfmest. Dit is alleen mogelijk wanneer een markt wordt gecreëerd voor deze producten. Op dit moment is niet te zeggen of dit haalbaar is.

Concurrerende technieken

Het permeaat uit het Dirven systeem is wat betreft het gehalte fosfaat, stikstof, kalium en droge stof vergelijkbaar met dunne fracties die verkregen worden uit een scheider (centrifuge of zeefbandpers) in combinatie met toediening van een vlokmiddel (bijv. poly-elektrolyet) (Nijboer, 1988a, 1988b, 1989; Kaa en Brok, 1997). Een dergelijk systeem is aanzienlijk goedkoper omdat er geen microfiltratiesysteem nodig is.

Literatuur

- Anoniem. 1996. Werkgroep Emissiefactoren. Meetprotocol voor geuremissies uit stallen. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.
- Anoniem. 1998. Meststoffenwet. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.
- Anoniem. 2000. Wijziging Uitvoeringsregeling Ammoniak en Veehouderij. Interimwet Ammoniak en Veehouderij, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Staatscourant 139, Den Haag, Bijlage 4 van de 7de wijziging UAV.
- Berckmans, D.; Vandenbroeck, Ph.; Goedseels, V. 1991. Sensor for continuous measurement of the ventilation rate in livestock buildings. *Indoor Air*, 3 p.323-336.
- Brinkhorst, L.J. 2001. Brief van de minister van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij aan de voorzitter van de Tweede Kamer de Staten-Generaal, 14 november 2001, TRCDL/2001/4967.
- Dirven, B. 2001. Toepassingsmogelijkheden mestbewerking op varkenshouderijbedrijven. Project Dirven Someren. Eindrapportage augustus 2001. Hendrix UTD,
- Gijsel, de, P.; Hol, J.M.G.; Starmans, D.A.J. 2001. Gasvormige emissies bij mestverwerkingsinstallaties. Mechanisch mestverwerkingssysteem - Systeem Dirven. IMAG-nota P 2001-113. IMAG, Wageningen.
- Hobbs, P.J., T.H. Misselbrook; B.F. Pain. 1995. Assessment of odours from livestock wastes by a photoionization detector, an electronic nose, olfactometry and gas chromatography-mass spectrometry. *J. of Agr. Eng. Res.* 60:137-144.
- IPPC. 1996. Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change; J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell, eds. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.
- Kaa, van der, C.C.R.; Brok, den, G.M. 1997. Concentrerend fosfaat uit varkensmest met een decanteer-centrifuge. Proefverslag nummer P 3.143.
- 24 Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

- Nijboer, L.F. 1988a. Diskontinue aerobe zuivering van filtraat van mestvarkensdrijfmest in Sterksel: periode april '82 tot april '84. IMAG-nota 393. IMAG, Wageningen.
- Nijboer, L.F. 1988b. Continue aerobe zuivering van filtraat mestvarkensdrijfmest in Sterksel: periode juli '84 april '86. IMAG-nota 394. IMAG, Wageningen.
- Nijboer, L.F. 1989. Continue aerobe zuivering van filtraat van vergiste mestvarkensdrijfmest in Sterksel: periode april '86 - maart '88. IMAG-nota 395. IMAG, Wageningen.
- KNMI. 2001. <http://www.knmi.nl/voorkd/lijsten/daggem/etmgeg.cgi>
- NNI. 1988. Overview of standards for analysis of water and sludges (NEN) (In Dutch), Netherlands Institute of Normalisation (Nederlands Normalisatie Instituut), Delft, The Netherlands, 31 pp.
- NNI. 1995/1996. NVN 2880/A1 Luchtkwaliteit, sensorische geurmetingen met een olfactometer. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft (1995) met wijzigingsblad A1, in brief aan geaccrediteerde instellingen (1996).
- Ogink, N.W.M.; Groot Koerkamp, P.W.G. 2001. Comparison of odour emissions from animal housing systems with low ammonia emissions. Proceedings: 1st IWA International Conference on Odour and VOC's: Measurement, Regulation and Control Techniques. The University of NSW, Sydney, Australia, March 25-28 2001.
- Ogink, N.W.M.; Lens, P.N. 2001. Geuremissie uit de veehouderij. Overzichtsrapportage 1996-1999. Rapport 2001-14. IMAG, Wageningen, 40 pp.
- Scholtens, R.; Van 't Klooster, C.E. 1993. Meetventilator. In: E.N.J. Ouwerkerk (Ed.): Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16, DLO, Wageningen, p. 59-62.
- Vaandrager, M; Verbaarschot, L. 2001. Het effect van Nutrigold in de paprika-teelt. Stageverslag HAS 's Hertogenbosch, december 2001.
- Wintjens, Y., 1993. Gaswasfles. In: E.N.J. van Ouwerkerk (Ed.): Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16, DLO, Wageningen, p. 38-40.

Bijlagen

Bijlage 1: Gemiddelde samenstelling en debiet van de verschillende stromen

	Eenheid	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7F
Debiet	kg/uur	454 *	45	409	23	386	59	327
DS	g/kg	51	296	45	258	36	81	18
As	g/kg	16	50	16	82	13	20	10
K	g/kg	4.7	3.5	4.7	3.8	4.9	4.9	4.6
P2O5	g/kg	2.7	8.8	1.9	22.0	1.0	2.8	0.4
N-tot	g/kg	5.1	9.0	4.9	11.7	4.8	7.8	3.4
N-NH3	g/kg	3.5	3.2	3.4	5.6	3.3	4.0	3.1
Cu	mg/kg							
Zn	mg/kg							
Cd	mg/kg							
PH	-	7.4	8.0	7.4	7.8	7.6	7.7	7.8
NO2	mg/l					0.6		0.6
NO3	mg/l					1.4		1.0
CZV	mg/l					43000		48000
BZV	mg/l					13000		22000
EC	micro S/cm					51000	50000	49000
Na	g/kg							0.9
Cl	g/kg							1.7

* Niet gemeten maar berekend als optelsom van M2 en M3.

Toelichting:

- M1 : ingaande drijfmest = influent vijzelpers
- M2 : dikke fractie uit vijzelpers
- M3 : dunne fractie uit vijzelpers = influent centrifuge
- M4 : dikke fractie uit centrifuge
- M5 : dunne fractie uit centrifuge = influent microfiltratie
- M6 : concentraat uit microfiltratie
- M7 : permeaat uit microfiltratie

Bijlage 2

De geometrisch gemiddelde geuremissie van i meetdagen wordt als volgt berekend:

$$\begin{aligned}M &= \exp ((\ln G_1 + \dots + \ln G_i) / i) && (OU_E/s) \\M &= \text{geometrisch gemiddelde geuremissie van i meetdagen } (OU_E/s) \\G_i &= E_{\text{stal}} + E_{\text{mb},i} && (OU_E/s) \\E_{\text{stal}} &= \text{geuremissie varkensbedrijf berekend op grond van literatuurwaarden} && (OU_E/s) \\E_{\text{mb},i} &= \text{gemeten geuremissie uit mestverwerkinginstallatie op} && \\&\quad \text{meetdag i } (OU_E/s)\end{aligned}$$

Vervolgens wordt de toename van de geuremissie van het bedrijf als gevolg van de mestverwerkinginstallatie als volgt berekend:

$$\begin{aligned}P &= (M / E_{\text{stal}} - 1) \times 100 && (\%) \\P &= \text{toename geuremissie als gevolg van mestverwerking } (\%) \\M &= \text{geometrisch gemiddelde geuremissie van i meetdagen } (OU_E/s) \\E_{\text{stal}} &= \text{geuremissie varkensbedrijf berekend op grond van literatuurwaarden} && (OU_E/s)\end{aligned}$$

Overige publicaties

In de serie " Mestverwerking varkenshouderij" zijn tot nu toe verschenen:

- Praktijkboek nr. 4 Mestverwerking varkenshouderij
Manura® 2000, Hollvoet te Reusel
- Praktijkboek nr. 5 Mestverwerking varkenshouderij
Manura® 2000, Houbensteyn te Ysselsteyn
- Praktijkboek nr. 6 Mestverwerking varkenshouderij
Systeem Biovink, Evink te Oosterwolde (Gld)
- Praktijkboek nr. 7 Mestverwerking varkenshouderij
Mestscheiding en microfiltratie, Dirven te Someren
- Praktijkboek nr. 8 Mestverwerking varkenshouderij
Strofilter in foliekas, De Swart te Alphen (NB)
- Praktijkboek nr. 9 Mestverwerking varkenshouderij
Composteren in roterende trommel,
Bouwman te Ysselsteyn
- Praktijkboek nr. 10 Mestverwerking varkenshouderij
Mest op Maat, Mestac te Nuenen
- Praktijkboek nr. 11 Mestverwerking varkenshouderij
Mobiele Mestontwatering, Mestec te Papendrecht
- Praktijkboek nr. 12 Mestverwerking varkenshouderij
OrgAgro, Bouwman te Bakel
- Praktijkboek nr. 13 Mestverwerking varkenshouderij
Agramaat, Den Hertog te Rotterdam

Deze rapporten zijn te bestellen bij de uitgever.

